

明 細 書

ロボットの関節構造

技術分野

- [0001] 本発明は、ロボットの関節構造に関し、特にリンク長さを短縮できるロボットの関節構造に関する。

背景技術

- [0002] 従来、例えば、ロボットの手首の関節構造として、縦振り動作および横振り動作に加え、ねじり動作を行うために、回転モータと送りねじ機構等を用いたものが知られている(特開2003-170381号公報 参照)。

この特開2003-170381号公報に開示された関節構造では、縦振りおよび横振り動作のための第1のモータと第2のモータをそれぞれアーム(リンク)の軸に沿って配置し、送りねじによって、各モータの回転運動を直線運動に変換することにより、手首の縦振りまたは横振り動作を可能としている。さらに、手首のねじり動作を行うために、第3のモータをアームの軸線上に配置して、手首の3自由度の動作を可能としている。

- [0003] しかしながら、回転モータと送りねじ機構とを用いて、縦振り動作と横振動作とねじり動作とを行う関節構造の場合、広範囲な動作角度を確保しようとする、と、ねじの送りストロークが長くなると共に、アーム自体の長さも長くなってしまふ。この場合、アームの慣性モーメントが大きくなってモータの負担が増大すると共に、デザイン上の制約となるという問題があった。

また、動作角度を大きく設定した場合には、関節部のカバーがモータ等の内蔵物と干渉して、関節部の動作を阻害するという問題もあった。

- [0004] よって、動作範囲を確保しながら、リンク長さを短縮して、コンパクトなロボットの関節構造に対する要求があった。

発明の開示

- [0005] 本発明は、ロボットリンクに結合される結合体を動作させるロボットの関節構造に関するものである。このロボットの関節構造は、前記ロボットリンクに対し、前記結合体の

縦振り動作を行わせる第1モータと、前記結合体の横振り動作を行わせる第2モータとを備えている。このロボットの関節構造では、前記第1モータと前記第2モータとは、前記第1モータの出力軸と前記第2モータの出力軸とが互いに平行となると共に前記ロボットリンクに対して直交するように設置されていることが好ましい。

ここで、「結合体」とは、関節を介してロボットリンクに結合される手や腕のような結合部材をいい、リンクに結合される末端の部材のほか、リンクのような中間部材も含む。

[0006] この場合、縦振り動作を行わせる第1モータの出力軸と横振り動作を行わせる第2モータの出力軸とが平行になるようにモータが配置されているので、第1モータと第2モータとをコンパクトに収容することができる。

また、第1モータの出力軸と第2モータの出力軸とがロボットリンクに対して直交するように、第1モータと第2モータとが設置されているので、第1モータの出力軸と第2モータとは、ロボットリンクと直交する方向に収容される。これにより、ロボットリンクの長手方向のスペース効率を高め、リンク長を短縮することができる。

[0007] また、本発明では、前記ロボットリンクに対し、前記結合体のねじり動作を行わせる第3モータをさらに備えており、前記第3モータの出力軸は、前記ねじり動作の中心軸から所定量ずらされていることが好ましい。

[0008] この場合、結合体のねじり動作を行わせる第3モータが、3軸動作を可能としながら、第3モータの出力軸をねじり動作の中心軸から所定量ずらして配置されているので、ねじり動作の中心軸の近傍に新たなスペースを確保することができる。

これにより、このスペースをハーネスの通路等に有効に利用することができるため、全体としてロボットリンクの関節構造をコンパクトにすることができる。

[0009] さらに、本発明では、前記結合体および前記ロボットリンクの少なくとも一方に対し、回動可能な可動カバーと、前記結合体および前記ロボットリンクの少なくとも一方と前記可動カバーとの間で付勢力を発生し、前記可動カバーを所定位置に復帰させる弾性部材と、を備えていることが好ましい。

[0010] この場合、関節部に回動可能な可動カバーを備えたことで、可動カバーと関節部内の内蔵物との干渉によって結合体の動作が阻害されることを防止することができる。また、可動カバーを所定位置に復帰させる弾性部材を備えたことで、モータやリンク

機構等の内蔵物を覆い隠すことができるとともに、内蔵物の露出を防止して、異物の混入等を防止することができる。

- [0011] 本発明によれば、動作範囲を確保しながら、リンク長さを短縮して、コンパクトなロボットの関節構造を提供することができる。

図面の簡単な説明

- [0012] [図1]本発明の実施形態に係るロボットの関節構造の全体構成を示す斜視図である。
[図2]本発明の実施形態に係るロボットの関節構造の3軸動作の全体機構を説明するための分解斜視図である。
[図3]本発明の実施形態に係るロボットの関節構造の縦振り機構を説明するための図1における下方向から見た部分拡大斜視図である。
[図4]本発明の実施形態に係るロボットの関節構造の横振り機構を説明するための図1における上方向から見た部分拡大斜視図である。
[図5](a)から(c)は本発明の実施形態に係るロボットの関節構造の縦振り動作を説明するための手首部の正面図、(d)から(f)は横振り動作を説明するための手首部の平面図である。
[図6]本発明の実施形態に係るロボットの関節構造のねじり機構を説明するための図1の部分拡大斜視図である。
[図7]本発明の実施形態に係るロボットの関節構造の関節部の可動カバーの取付状態を説明するための図である。
[図8]本発明の実施形態に係るロボットの関節構造の関節部の可動カバーの構造を説明するための斜視図である。

発明を実施するための最良の形態

- [0013] 次に、本発明の実施形態について、適宜図面を参照しながら詳細に説明する。
なお、参照する図面において、説明の便宜上、腕カバー等、一部の構成要素を省略して図示する場合がある。
- [0014] ここで、本実施形態では、本発明に係るロボットの関節構造を、人間型ロボットの手首の関節構造を例として説明するが、本発明はこれに限定されるものではなく、人間型ロボットの足首の関節であっても良いし、工業用ロボットのリンクの結合部等であつ

てもよい。

また、以下の説明において、説明の便宜上、図1における手先側を前側、肘側を後側といい、上を上側、下を下側といい、紙面手前を左側、紙面奥を右側という。

[0015] 最初に、図1を参照して、本実施形態に係るロボットの関節構造の全体の構成について説明する。

図1は、本実施形態に係るロボットの関節構造を説明するための説明図である。この図1においては、手を構成する部品の結合体である手51と、手51と腕53とを回動可能に連結する手首52と、ロボットリンクである腕53と、肘54とが表わされている。

図1に示すように、本実施形態に係るロボットの関節構造は、人間型ロボットの手首52の関節構造である。この関節構造は、手51の縦振り動作を行わせる第1モータ10と、手51の横振り動作を行わせる第2モータ20と、手51のねじり動作を行わせる第3モータ30と、手首52の関節部を覆う可動カバー40とを備えて構成されている。

言い換えると、第1モータ10は、腕53の中心軸に直交する第1軸周りに手51を揺動させるものである。第2モータ20は、腕53の中心軸上で第1軸と直交する第2軸周りに、手51を揺動させるものである。そして、第3モータ30は、腕53の中心軸周りに手51を回転させるものである。ここで、腕53の中心軸とは、腕53の中心部を通して腕53の長手方向に伸びる軸のことである。

尚、以下の説明においては、腕の中心軸のことを、手のねじり動作の回動軸ともいうものとする。

[0016] まず、本実施形態に係るロボットの関節構造における駆動源となるモータのレイアウトについて説明する。

第1モータ10と第2モータ20は、腕53の中心軸の左右に、互いに平行となるように、横並びに配置されている。第1モータ10と第2モータ20は、それぞれ出力軸の方向が、上下方向に向くように配置されており、本実施形態の場合、腕53の中心軸に対して右側が第1モータ10であり、左側が第2モータ20である。

さらに、第3モータ30は、その出力軸が手のねじり動作の回動軸から右方向へずれて、第1モータ10と第2モータ20の後側(肘寄り)に配置されている。

なお、本実施形態においては、手首の関節構造の動作に係る構成を説明するため

、それ以外の構成要素、制御機構、ハーネス等は図示を省略している。

- [0017] 図2に示すように、本実施形態に係るロボットの手首の関節構造は、縦振り動作のための縦回転体1と、横振り動作のための横回転体2と、縦回転体1および横回転体2に連結してねじり動作を行なうためのモータ架台3および駆動側プーリ35(図1参照)とを備えて構成されている。

詳細には、縦回転体1および横回転体2は腕53の前端部に配置され、縦回転体1および横回転体2の後部にはモータ架台3に横並びに設置された第1モータ10と第2モータ20が配置されている。前記モータ架台3は、図1に示すように、リブ36に回転自在に軸支された駆動側プーリ35に一体的に固定されている。

- [0018] 前記縦回転体1は、図2に示すように、中央部が円形に貫通された基板1aと、この基板1aの左右に立設されたサイドブラケット1b1, 1b2と、このサイドブラケット1b1, 1b2に内蔵された軸受1d1, 1d2と、基板1aの下部から斜め下方に延出して形成されたアーム1cと、このアーム1cのヒンジとなる連結ピン4とを備えて構成されている。

- [0019] 前記横回転体2は、上リンク2aと、下リンク2bと、右フレーム2c2とでコの字状に一体に形成し、さらに、コの字の開放側の端部同士を左フレーム2c1で連結して、中央部が大きく貫通する矩形状に構成されている。したがって、この貫通した中央部には、ハーネス等の付帯部品を配設することも可能である。

また、上リンク2aと下リンク2bには横振り動作の回転支点となる横回転軸6, 6'が挿入される中心孔2d, 2d'がそれぞれ形成されており、左右のフレーム2c1, 2c2にはそれぞれ縦振り動作の回転支点となる縦回転軸5, 5'が内側に突設して形成されている。ここで、横回転軸6, 6'を結ぶ線分が前記した第2軸に、縦回転軸5, 5'を結ぶ線分が前記した第1軸に、それぞれ相当する。

なお、左フレーム2c1に形成された縦回転軸5には、貫通孔2eが設けられ、この貫通孔2eにはハーネスガイド5aが嵌入されている。

- [0020] ここで、横回転体2の左右のフレーム2c1, 2c2には縦回転体1が回転自在に軸支されている。すなわち、縦回転体1は、横回転体2の左右のフレーム2c1, 2c2に形成された縦回転軸5, 5'に、軸受1d1, 1d2を介して回転自在に軸支されて、縦振り動作をすることになる。

[0021] 前記モータ架台3は、平行に並んだ上フランジ3aおよび下フランジ3bと、これらをつなぐ取付板3cからなる略コの字状に形成されている。

前記上フランジ3aと下フランジ3bの手先側の端部には、横振り動作の中心軸となる中心孔3d, 3d'がそれぞれ形成されている。この中心孔3d, 3d'は、上下に貫通させて設けられており、横回転軸6, 6'を支持する軸受3e, 3e'が、中心孔3d, 3d'に内蔵されている。

なお、本実施形態においては、横回転軸6は上リンク2aに直接螺入され、横回転軸6'は、止めねじ6''により下リンク2bに固着されている。

また、上フランジ3aの後部(肘側)には左側に張り出すように第2モータ取付座3a'が形成され、下フランジ3bの後部(肘側)には右側に張り出すように第1モータ取付座3b'が形成されている。すなわち、第2モータ取付座3a'と第1モータ取付座3b'とは、互いに反対方向に延出している。

そして、第2モータ取付座3a'には、減速機21が上側に位置するように、第2モータ20が取付ボルト8により設置され、第1モータ取付座3b'には、減速機(図示せず)が下側に位置するように、第1モータ10が設置されている。

[0022] 以上のように、縦回転体1は、縦回転軸5, 5'の回りに回転可能となるように、横回転体2の左フレーム2c1と右フレーム2c2とに連結されているため、縦回転体1の縦振り動作が可能となっている。

さらに、横回転体2は、横回転軸6, 6'の回りに回転可能となるように、モータ架台3に連結されているため、横回転体2の横振り動作が可能となっている。

そして、モータ架台3は、前記のように、リブ36に回転自在に軸支された駆動側ブーリ35に一体的に固定されているため(図1参照)、モータ架台3の回転により、モータ架台3のねじり動作が可能となる。

[0023] 続いて、前記した各動作(縦振り動作、横振り動作、そしてねじり動作)を構成する機構について説明する。

縦振り機構は、図3に示すように、駆動源となる第1モータ10と、この第1モータ10の減速機11に連結された揺動レバー12と、この揺動レバー12に連結された球面継手13と、この球面継手13に連結された縦回転体1とを備えて構成されている。

前記第1モータ10は、腕の中心軸の右側に配置され、第1モータ10の出力軸に連結されている減速機11が下側になるようにモータ架台3に設置されている。

- [0024] 前記揺動レバー12は、その根元側12aが第1モータ10の減速機11に一体的に固着され、揺動レバー12の先端側12bには、調芯機能を有する球面軸受13aを介して球面継手13の一端側が回動自在に連結されている。

また、球面継手13の他端側は、同様に球面軸受13bを介して縦回転体1のアーム1cに設置された連結ピン4に回転自在に連結されている。

- [0025] 本実施の形態では、図5(a)から図5(c)に示すように、第1モータ10の出力軸の回転は減速機11に伝達されて揺動レバー12の揺動運動に変換される。そして、この揺動運動は、球面継手13を介して縦回転体1に伝達されて、縦回転体1を縦回転軸5, 5' 回りに回転させる。ここで、縦回転体1には手51が固着されているので、縦回転体1の回転により、手51の縦振り動作を行なうことができる。

- [0026] なお、本実施形態においては、球面継手を使用しているが、球面継手に限定されることはなく、ユニバーサルジョイント等であってもよい。

- [0027] 一方、横振り機構は、図4に示すように、駆動源となる第2モータ20と、この第2モータ20の減速機21の出力側に一体的に連結された揺動レバー22と、この揺動レバー22に回動自在に連結されたロッド23と、このロッド23に回動自在に連結された横回転体2とを備えて構成されている。

前記第2モータ20は、腕の中心軸の左側に配置され、第2モータ20の出力軸に連結されている減速機21の出力側が上側になるようにモータ架台3に設置されている。

- [0028] 前記揺動レバー22は、その根元側22aが第2モータ20の減速機21の出力軸に固着され、揺動レバー22の先端側22bには、ロッド23の一端側23aが回動自在に連結されている。また、ロッド23の他端側23bは、横回転体2の上リンク2aに回動自在に連結されている。

本実施の形態では、図5(d)から図5(f)に示すように、第2モータ20の出力軸の回転は減速機21に伝達されて揺動レバー22の揺動運動に変換される。そして、この揺動運動は、ロッド23を介して横回転体2に伝達されて、横回転体2を横回転軸6, 6' 回りに回転させる。ここで、手51は縦回転体1を介して横回転体2に接続されている

ので、横回転体2の回転により、手51の横振り動作を行なうことができる。

なお、本実施形態においては、レバーや継手でリンク機構を用いて、縦振り機構と横振り機構とを構成しているが、本発明はこの態様に限定されることはなく、歯車やベルト等の種々の手段を用いることができる。

[0029] ねじり機構は、図6に示すように、駆動源となる第3モータ30と、この第3モータ30を固定する台座31と、第3モータ30の減速機32の出力軸に固着された出力側プーリ33と、ベルト34と、駆動側プーリ35と、リブ36とを備えて構成されている。

例えば、前記第3モータ30は、その出力軸をねじり動作の回動軸(駆動側プーリ35の回動軸)に対して平行に右側にずらして配置されている。

[0030] また、第3モータ30の出力軸には減速機32が一体的に連結されており、この減速機32には出力側プーリ33が固着されている。本実施の形態では、出力側プーリ33の回動が駆動側プーリ35に伝達されるように、出力側プーリ33と駆動側プーリ35の外周面とにベルト34が巻回されている。よって、駆動側プーリ35は、出力側プーリ33の回動に従って回動するように構成されている。

[0031] 駆動側プーリ35は、円筒状に形成され、内周側は大きな空洞35aが形成されている。そして、駆動側プーリ35の外周の両端にはフランジ35b1、35b2が形成されており、ベルト34の回転をガイドしている。そして、駆動側プーリ35は腕53の横断面の方向に形成されたリブ36に図示しないベアリング等を介して回動自在に軸支されている。

[0032] これにより、第3モータ30の回転を減速して出力側プーリ33からベルト34を介して駆動側プーリ35に伝達し、駆動側プーリ35を回動させている。そして、この駆動側プーリ35の前側(手先側)の端面には、モータ架台3が固着されている。したがって、駆動側プーリ35を介して、モータ架台3を回動することによって、横回転体2および縦回転体1に連結された手51のねじり動作を行なっている。

[0033] 本実施形態におけるロボットの関節構造は、図1に示すように、手51に固定された手首カバー41と、腕53の外殻をなす腕カバー42と、これら両者をつなぐように両者の間に介設された可動カバー40とを備えている。

この可動カバー40は、図7に示すように、手首カバー41の外周面に取り付けられて

いる。本実施形態の場合、可動カバー40は、手首カバー41に周りに設けられた係止突起41a(例えば、6つの係止突起)用いて、手首カバー41に係止されている。

したがって、可動カバー40は、手首カバー41の外側を覆うように短い筒状に形成され、外周面40aは前後方向にも曲率を有し、その曲率は肘側で大きく、手首側では肘側よりもやや小さく形成されている。なお、図7は、腕53(図1参照)の中心軸の左側を示しているが、右側においても同様の構成である。

可動カバー40は、本実施形態においては、図8に示すように、上下に2分割してなる上側可動カバー401と下側可動カバー402とをビス44で一体に結合して構成されている。

また、可動カバー40の肘側の周縁部40c、40cの外側には、ビス44の軸方向に沿って、可動カバー40の分割面を境にしてその両側に平坦面40d、40dが形成されている。

一方、可動カバー40の肘側の周縁部40c、40cの内側には、ばねストッパ40bが設けられている。このばねストッパ40bは正面視において3角形状を有しており、平坦面40d、40dから手先側に突設した状態で設けられている。

このばねストッパ40bには、ねじりコイルばね43が收容される開口部40b1が形成されている。

[0034] 本実施形態においては、「弾性部材」の一例として、ねじりコイルばね43を使用しており、可動カバー40はねじりコイルばね43を介して、手首カバー41に回動自在に固定されている。

ねじりコイルばね43は、図8に示すように、中心部と端部とからなり、その中心部43aがコイル状に巻かれている。ここでは、ねじりコイルばね43を2本使用し、中心部43a、43aからそれぞれ端部43b、43bがくの字状に延出するように設置されている。

そして、ねじりコイルばね43、43の中心部43a、43aを手首カバー41に形成されたノブ41bに挿入して支持させ、ねじりコイルばね43、43の各カール部43c、43cが可動カバー40の平坦面40d、40dに手先側から肘側に付勢される状態で当接するように構成されている。

[0035] このように、ねじりコイルばね43、43は、それぞれの端部43b、43bでつくる挟み角

が閉じる方向に弾性反発力(付勢力)を作用させて、カール部43c, 43cで前記平坦面40d, 40dの裏側の面を押圧するとともに、可動カバー40の内周面が手首カバー41に形成された係止突起41a, 41a...に係止保持されるように構成されている。

[0036] なお、本実施形態においては、ねじりコイルばね43を使用しているが、本発明はこれに限定されることはなく、圧縮コイルばねやゴム紐等であつてもよい。

また、本実施形態においては、可動カバー40を、弾性部材(ねじりコイルばね43)を介して、手51(結合体)側に装着したが、腕53(ロボットリンク)側や、手51側と腕53側の両方に、弾性部材を介して装着してもよい。

[0037] 以上のように構成されたロボットの手首の関節構造の作用について、図1および図2を参照して説明する。

本実施形態に係る関節構造は、縦回転体1と横回転体2と駆動側プーリ35に連結されたモータ架台3等からなる回動機構により、それぞれ第1モータ10による縦振り動作、第2モータ20による横振り動作、および第3モータ30によるねじり動作の3自由度の動作を構成している。

そして、前記第1モータ10と第2モータ20は、その出力軸を上下方向に平行に横並びにして配置し、その後部に第3モータ30をねじり動作の中心軸から平行にずらして配置している。

[0038] したがって、第1モータ10と第2モータ20とを上下方向に平行に配置したことにより、腕53の長さを短縮して、肘54回りの慣性モーメントを低減することができる。

[0039] さらに、第3モータ30をねじり動作の中心軸からずらして配置したことにより、ねじり動作の中心軸の近傍にスペースを確保することができるため、ハーネスをねじり動作の中心軸の近傍に通すことができる。

具体的には、ハーネスを肘54の部分から、第3モータ30の傍らを通過し、駆動側プーリ35の内周部に形成された空洞35a(図6参照)を貫通して、第1モータ10と第2モータ20との間を通過して、さらに横回転体2および縦回転体1の中心部の貫通孔(図2参照)を通過して手首52まで達するように配設することができる。

このように、縦振り動作、横振り動作、およびねじり動作の中心軸の近傍にハーネスを通すことにより、ハーネスによる手の動作角への制限を最小限に抑えることができ、

ハーネスの断線等も防止することができる。

なお、本実施形態においては、手の先端部までハーネスを通線する場合も考慮して、横回転体の左フレーム2c1には貫通孔2eを設けハーネスの通路を確保している。

[0040] 続いて、図7および図8を参照しながら、可動カバー40の作用について説明する。

本実施形態においては、ねじりコイルばね43、43のカール部43c、43cが、可動カバー40に形成された平坦面40d、40dを手先側から肘側に付勢するとともに、可動カバー40の内周面が、手首カバー41に形成された係止突起41a、41a・・・に係止保持される。これにより、可動カバー40は、手首カバー41に回動可能に保持される。

このため、手51の回動動作に伴って、可動カバー40も追従して回動するが、可動カバー40がモータ等の内蔵物に干渉しても、手51の回動力がねじりコイルばね43の弾性反発力に打ち勝って、可動カバー40が内蔵物に干渉した位置からさらに手51を回動させることが可能となる。

したがって、可動カバー40の干渉による手51の回動動作が阻害されることを防止することができる。

一方、手首52が往き側の回動動作から戻り側の回動動作に移行した場合には、干渉物から離れる方向に可動カバー40が移動するため、ねじりコイルばね43の弾性反発力により、可動カバー40を所定位置まで復帰させることができる。

また、ねじり動作においても、手51の回動に伴って、可動カバー40も追従して回動し、可動カバー40が内蔵物に干渉した場合には、手首カバー41側に固着されたねじりコイルばね43のカール部43cがばねストッパ40bの壁部40b2に当接し、その後は手51の回動力がねじりコイルばね43の弾性反発力に打ち勝って、可動カバー40が内蔵物に干渉した位置からさらに手51を回動させることが可能となる。

したがって、ねじり動作においても、可動カバー40の干渉による手51の回動が阻害されることを防止することができ、戻り側の回動動作に移行した場合にも、可動カバー40を所定位置まで復帰させることができる。

[0041] 以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は前記した実施形態に限定されるものではなく、適宜変更して実施することが可能である。

たとえば、本実施形態においては、第1モータと第2モータは腕の中心軸に対し左右に並べて配置したが、これに限定されるものではなく、前後方向に位置をずらして出力軸が互いに平行となるように配置してもよい。このように配置した場合には、モータの重量を先端側から肘側に寄せて、肘回りの慣性モーメントの大きさを適宜調整することができる。

- [0042] また、本実施形態において、第3モータは、その出力軸がねじり動作の中心軸に沿うように配置したが、これに限定されるものではなく、ねじり動作の中心軸に直交するように配置してもよい。このように配置した場合には、腕の長さをより短縮することができるとともに、慣性モーメントの大きさも調整することができる。

なお、本実施形態においては、人間型ロボットの手首のねじり動作を一例として説明したが、これに限定されるものではなく、工業用ロボットにおいては、ドリルの回転のように連続的に回転するものであってもよい。

- [0043] さらに、本実施形態においては、第1モータと第2モータの後ろに第3モータを配置したが、第3モータを前に配置し、その後ろに第1モータと第2モータを配置してもよい。このように配置することによっても、肘回りの慣性モーメントを調整することができる。

また、各モータの位置関係は変更することなく、それぞれのモータの位置を調整して、慣性モーメントを調整することもできる。このように、使用用途や使用条件に合わせて、適宜設計変更が可能であり、慣性モーメントおよび重量バランス等を適宜設定することができる。

請求の範囲

- [1] ロボットリンクに対し、前記ロボットリンクに結合される結合体を動作させるロボットの関節構造であって、
 前記ロボットリンクに対し、前記結合体の縦振り動作を行わせる第1モータと、
 前記ロボットリンクに対し、前記結合体の横振り動作を行わせる第2モータとを備え、
 前記第1モータと前記第2モータとは、前記第1モータの出力軸と前記第2モータの出力軸とが互いに平行となると共に前記ロボットリンクに対して直交するように設置されたことを特徴とするロボットの関節構造。
- [2] 前記ロボットリンクに対し、前記結合体のねじり動作を行わせる第3モータをさらに備え、
 前記第3モータの出力軸を、前記ねじり動作の中心軸から所定量ずらしたことを特徴とする請求の範囲第1項に記載のロボットの関節構造。
- [3] 前記結合体および前記ロボットリンクの少なくとも一方に対し、回動可能な可動カバーと、
 前記結合体および前記ロボットリンクの少なくとも一方と前記可動カバーとの間で付勢力を発生し、前記可動カバーを所定位置に復帰させる弾性部材とをさらに備えたことを特徴とする請求の範囲第1項または請求の範囲第2項に記載のロボットの関節構造。
- [4] 前記結合体が接続される第1回転体と
 前記第1回転体を第1軸周りに回動自在に支持する第2回転体と
 前記第2回転体を、前記第1軸に直交する第2軸周りに回動自在に支持すると共に、前記第1モータと前記第2モータとが搭載される架台と、
 をさらに備えることを特徴とする請求の範囲第1項または請求の範囲第2項に記載のロボットの関節構造。
- [5] 前記第1モータの出力軸に接続されており、前記第1モータの出力軸の回転運動を揺動運動に変換する第1揺動レバーと、
 前記第1揺動レバーと前記第1回転体とに接続されており、前記揺動運動を前記第1回転体に伝達して、第1回転体を前記第1軸周りに回動させる継手と、

前記第2モータの出力軸に接続されており、前記第2モータの出力軸の回転運動を揺動運動に変換する第2揺動レバーと、

前記第2揺動レバーと前記第2回転体とに接続されており、前記揺動運動を前記第2回転体に伝達して、第2回転体を前記第2軸周りに回転させるロッドとをさらに備えることを特徴とする請求の範囲第4項に記載のロボットの関節構造。

[6] 前記第3モータの出力軸に接続されたモータ側プーリと

前記架台と接続されると共に、前記架台を前記ねじり動作の中心軸周りに回転させる駆動側プーリと、

前記モータ側プーリの回転を、前記駆動側プーリに伝達するベルトとを備えることを特徴とする請求の範囲第4項に記載のロボットの関節構造。

[7] 前記第3モータの出力軸に接続されたモータ側プーリと

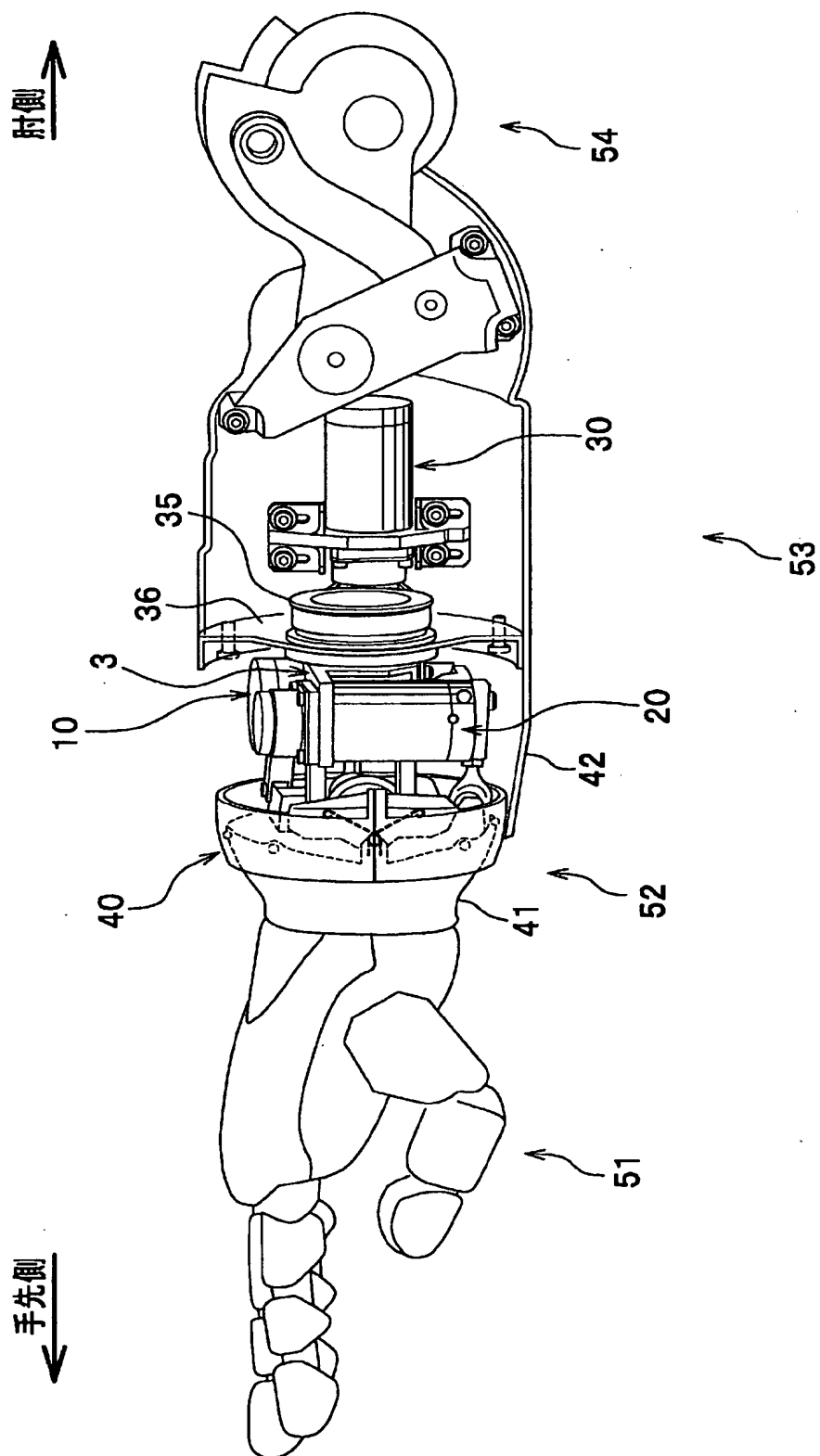
前記架台と接続されると共に、前記架台を前記ねじり動作の中心軸周りに回転させる駆動側プーリと、

前記モータ側プーリの回転を、前記駆動側プーリに伝達するベルトとを備えることを特徴とする請求の範囲第5項に記載のロボットの関節構造。

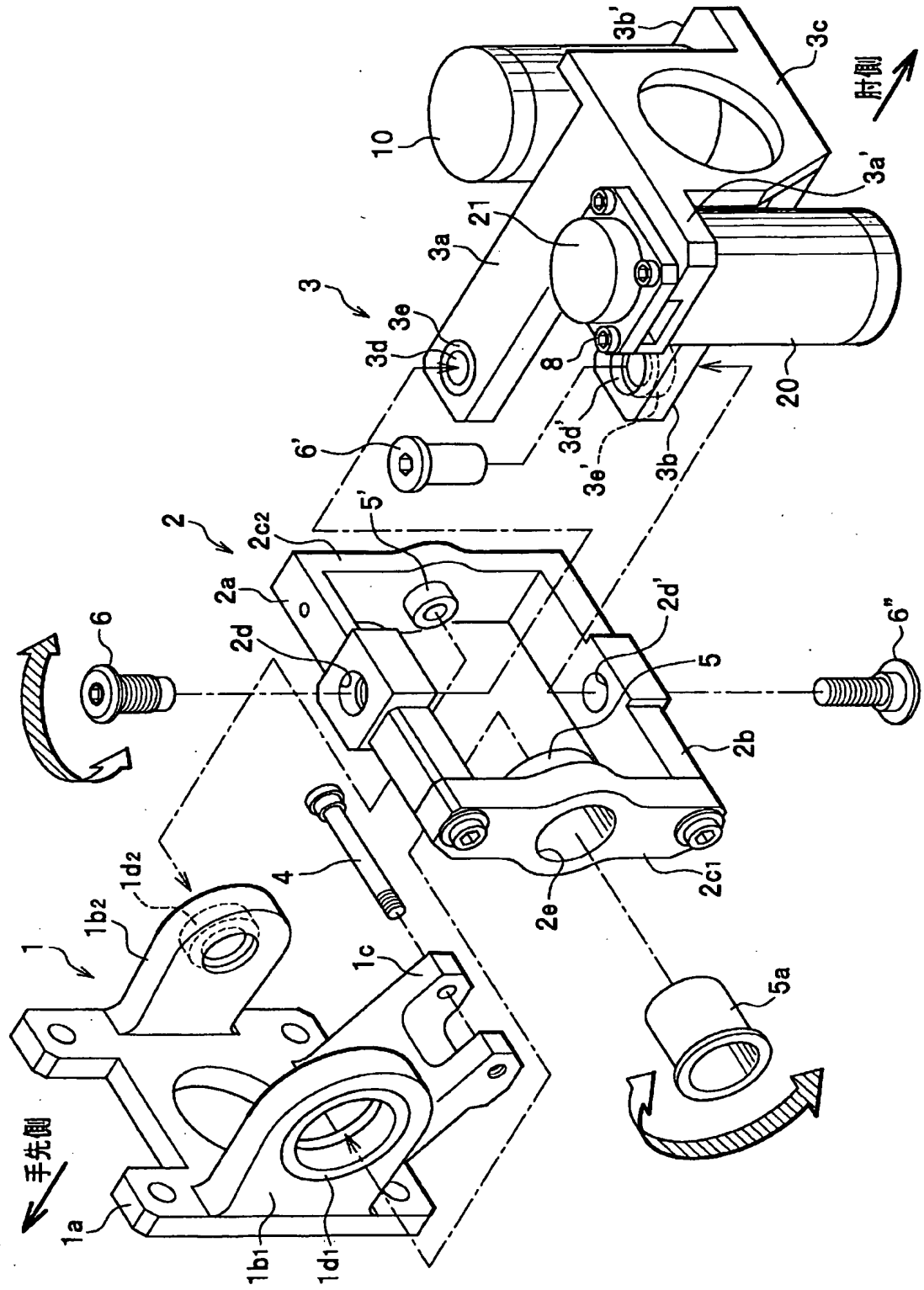
[8] 前記可動カバーには、前記弾性部材が当接する当接面が形成されており、

前記可動カバーの内周面には、前記弾性部材と接触して、前記可動カバーの前記ねじり動作の中心軸周りの回転範囲を規制するストッパが設けられていることを特徴とする請求の範囲第3項に記載のロボットの関節構造。

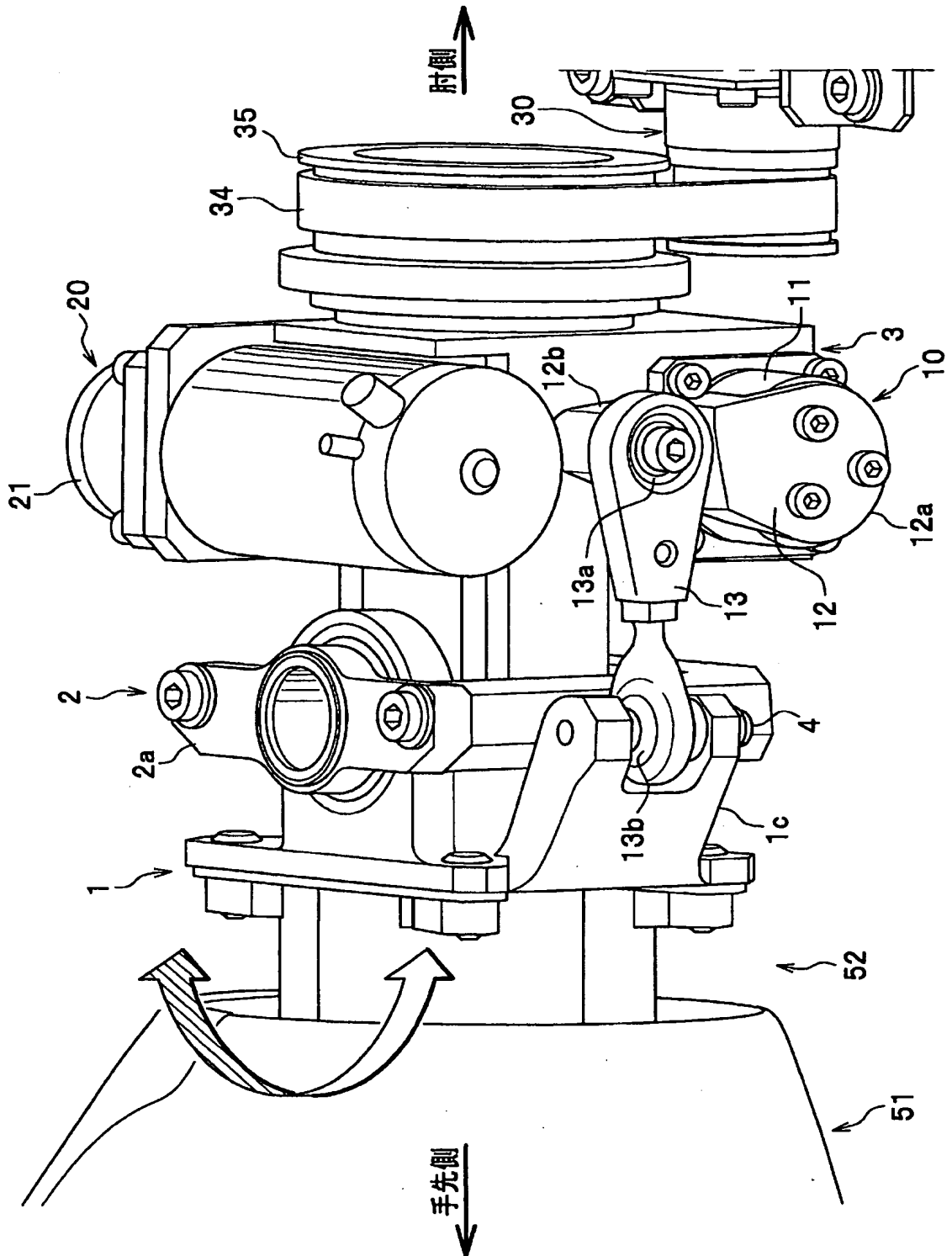
[図1]



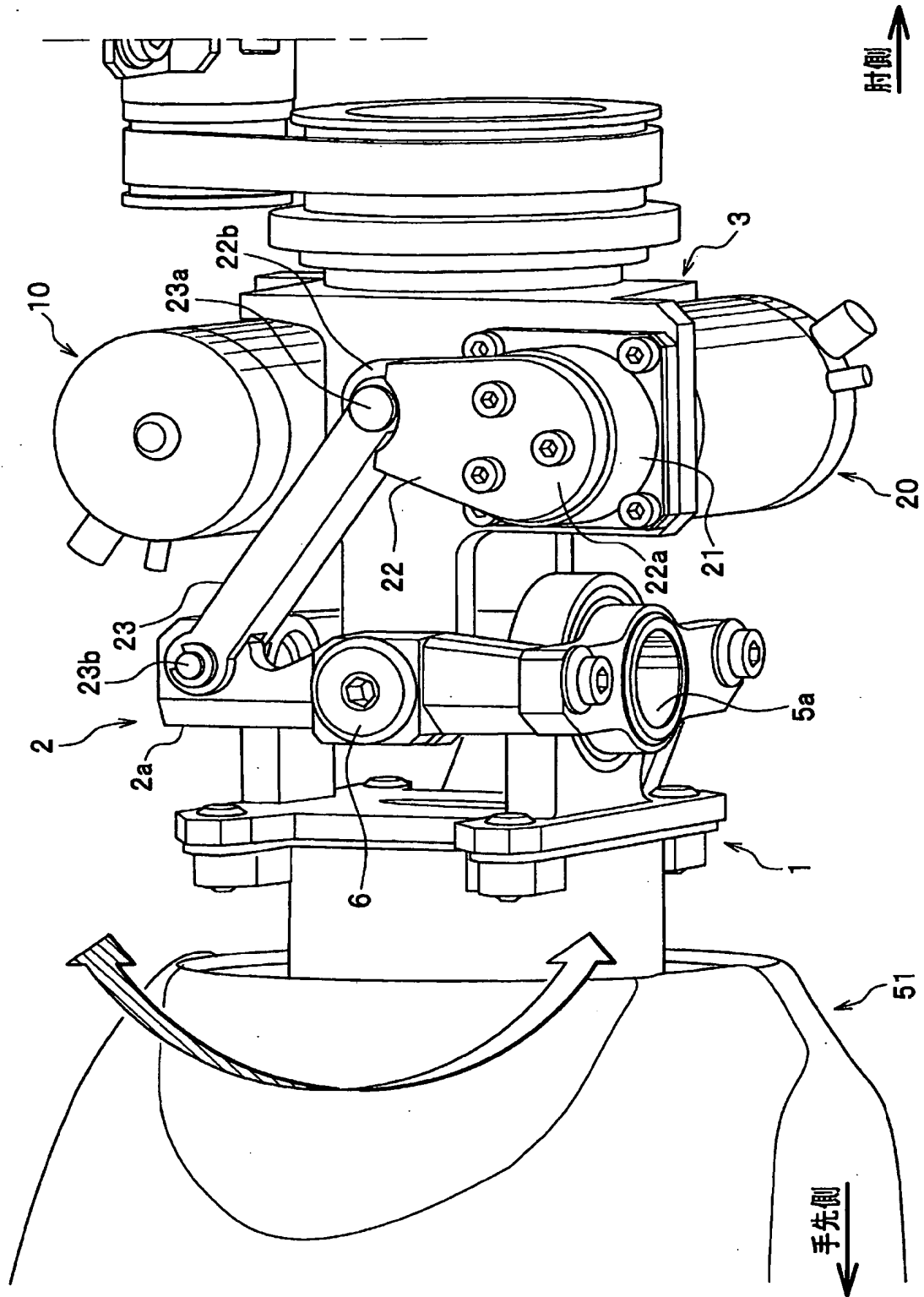
[図2]



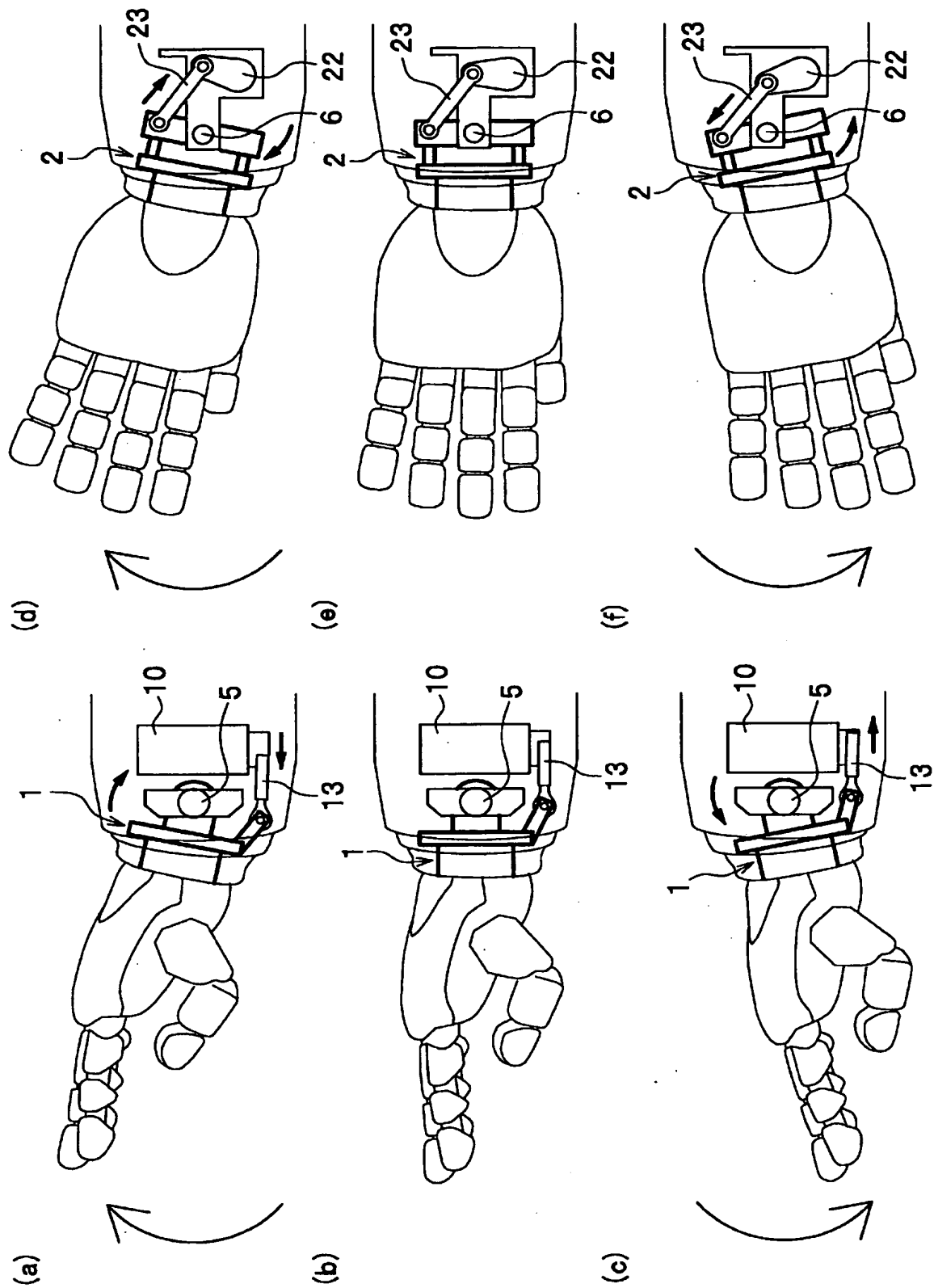
[図3]



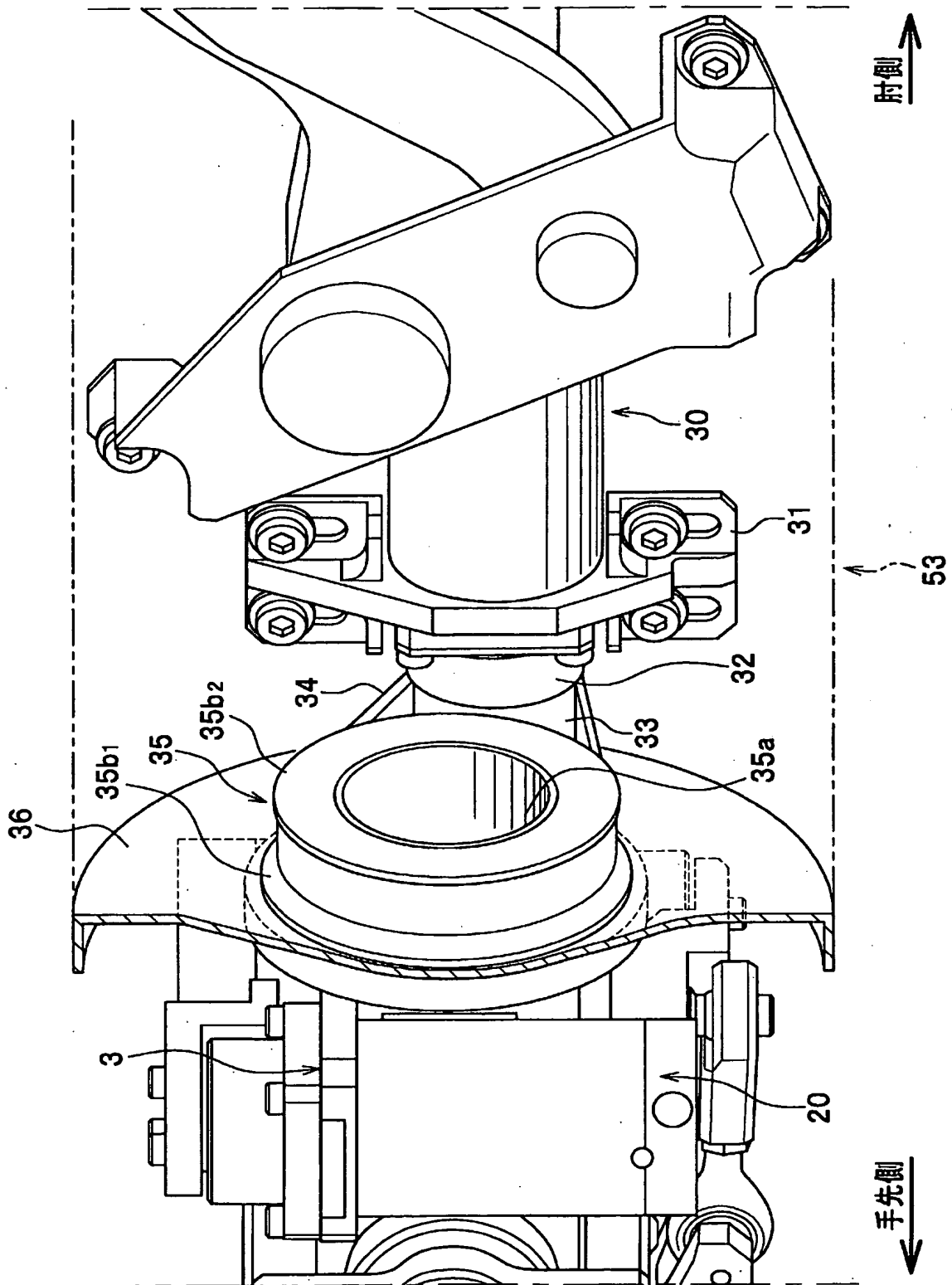
[図4]



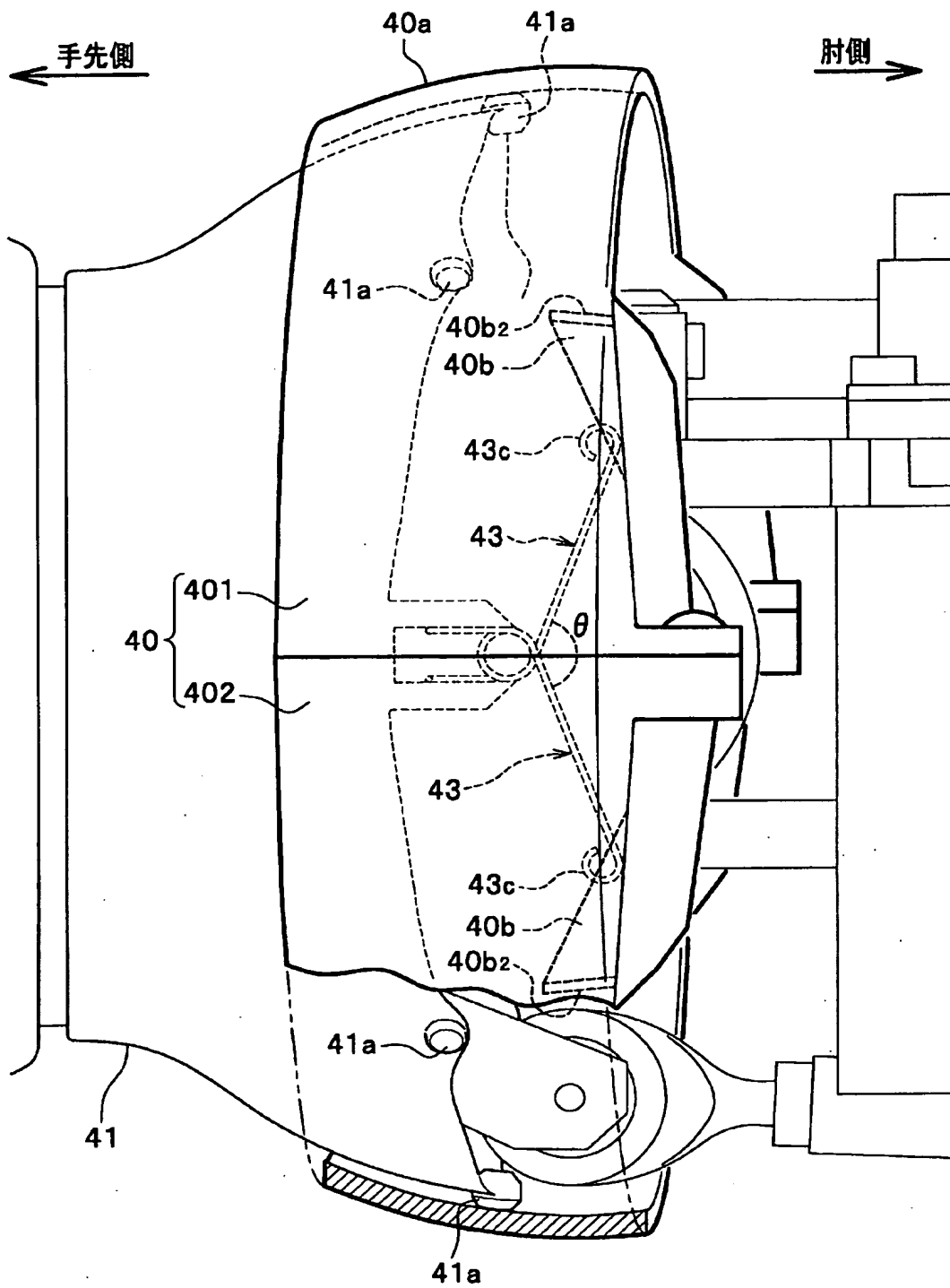
[図5]



[図6]



[図7]



[図8]

